

DS

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-289798

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 05 H 1/30  
G 01 N 21/73

識別記号

庁内整理番号

7458-2G  
7458-2G

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 高周波誘導プラズマトーチ

⑯ 特 願 昭62-124936

⑰ 出 願 昭62(1987)5月21日

⑱ 発 明 者 車 地 隆 治 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立株式会社呉研究所内

⑲ 発 明 者 横 山 公 一 広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立株式会社呉研究所内

⑳ 出 願 人 バブコック日立株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号

㉑ 代 理 人 弁理士 鶴 沼 辰之

明 細 書

1. 発明の名称

高周波誘導プラズマトーチ

2. 特許請求の範囲

(1) プラズマを囲む部材のプラズマ側に熱吸収材により構成される膜を設けたことを特徴とする高周波誘導プラズマトーチ。

(2) 前記熱吸収材が昇華あるいは熱分解により熱を吸収することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の高周波誘導プラズマトーチ。

(3) 前記プラズマを囲む部材が最外円筒を構成し、該最外円筒の外側に高周波誘導コイルを設けた高周波誘導プラズマトーチにおいて、前記膜の最外円筒軸方向の長さを該最外円筒の内側直径の1～3倍とし、該膜の取付範囲内に前記高周波誘導コイルの取付範囲が含まれることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の高周波誘導プラズマトーチ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、高周波誘導プラズマトーチに係り、特に、プラズマの熱衝撃に対し耐力のあるプラズマトーチに関する。

〔従来の技術〕

高周波誘導型のプラズマトーチは、ICP (Inductively Coupled Plasma) 分析用、粉体の球状微細化処理用、化学反応を利用した超微粉製造用等に用いられ、5,000℃以上の熱源が得られるため、近年特に注目されているものである。

ICP分析用等のように、せいぜい1～2KW程度の出力で、分析用原料も、わずかで済む場合には、第2図のようなトーチ構造で、十分機能を満足し、プラズマの熱によるトーチの破損といった問題も生じなかった。

しかし、粉体の球状化処理や、超微粉製造用熱源として利用する場合には、実験室規模のものでも20～50KWのものが用いられ、実用規模のものでは、MW級のものが必要とされている。

第3図は、現在、実験室規模の超微粉製造装置及び粉体処理用に用いられている一般的トーチ構

造を示す。トーチは三重構造になっており、インナーチューブ5とミドルチューブ6の間にプラズマ発生用のガス(例えばArガス)を流し、このプラズマガスがアウターチューブ7に当たって破損しないように、アウターチューブ7とミドルチューブ6の間に冷却ガスを流す構造となっている。この冷却ガスは、プラズマの安定化という効果も持たせるため、旋回成分を与えて流し、また、アウターチューブは冷却用の水冷ジャケット16を設けている。しかし、このような構造のトーチの場合、プラズマ尾炎部から球状化処理用粉体を原料下部導入部4により導入したり、また、インナーチューブ1の中からガス状原料を導入する場合、中心のプラズマの形状が乱され、わずかでもプラズマがアウターチューブ7に触れると、熱衝撃のためクラックが入り、トーチとして使用不能となってしまう。

このため、ガス状原料及び粉体の導入速度、導入量に工夫をこらして使用しているが、十分な解決策は得られていないのが現状である。

上記問題点は、プラズマを囲む部材のプラズマ側に熱吸収材により構成される膜を設けた高周波誘導プラズマトーチによって解決される。

#### 〔作用〕

プラズマを囲む部材のプラズマ側に熱吸収材により構成される膜を設けることによりプラズマが該膜に触れてもプラズマの熱は該膜によって吸収されプラズマを囲む部材に熱衝撃は伝達されない。

#### 〔実施例〕

以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

第1図の装置は、プラズマトーチを利用した反応装置である。装置構成は大きく分けて、プラズマトーチ部、反応容器11、生成物回収部12、排ガス回収ポンプ14より成る。

プラズマトーチ部は、上部にガス状原料1を導入する導入部16を有するインナーチューブ5と、インナーチューブ5を包み、上部にプラズマ用ガス2を導入する導入部17を有するミドルチューブ6と、ミドルチューブ6を包み、この下方にプラズマ10を発生させる空間を有するアウターチ

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

上記した冷却ガスを流す方法やガス状原料や粉体の導入方法を工夫する方法では、これらガスや原料が安定して供給され、トーチ内に付着物が生成してない場合は、破損といった問題には到らないが、粉体の供給系のつまりのため、尾炎部に対称的に粉体が導入されなくなったり、ガス原料導入口(インナーチューブ出口)に生成物が付着して、わずかにプラズマ形状を乱したりした場合には、プラズマがアウターチューブ内壁に触れ、破損に到る。また、この触れ方が、ほんの瞬間であっても、プラズマの温度が5,000~10,000℃と高いため、クラックが発生するという点が問題である。

本発明は、このようなプラズマのわずかな乱れというのは長時間運転する場合には避け難い現象であり、ほんのわずかであればプラズマに触れても破損しない構造としておくことの方が得策と考え、その構造、材質を工夫した点に特色がある。  
〔問題点を解決するための手段〕

ューブ7を基本構造としている。アウターチューブ7の上部にはアウターチューブ内面を冷却する冷却ガス3を導入する導入部18が設けられ、アウターチューブ7のプラズマ10発生範囲には本発明にかかわるプラズマ緩衝用チューブ8が設けられている。またアウターチューブ7の外周には、プラズマ10発生用高周波コイル9をプラズマ発生部に設け、プラズマ尾炎部に原料4を導入する原料下部導入部19を設け、冷却水15により温度上昇部を冷却する水冷ジャケット16を設けている。

#### 〔実施例1〕

排気ポンプ14を用いて、トーチ内を減圧にした状態で、プラズマ発生用のArガスを導入部2より流して、高周波誘導コイルの出力を上昇してゆくとプラズマが発生する。高周波出力が約5KWに達成した状態で、冷却用Arガスを徐々に流し始め、排気ポンプをストップして高周波の出力を徐々に上昇させて行くと、装置最大出力の30KWで大気圧の熱プラズマが発生する。なお、冷

却用ガスはその効果を大きくするため旋回成分を持つよう接線方向に流し込む構造としている。この状態で原料下部導入部4より、粒径約1~5 $\mu$ mのSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>粉を供給を開始する。

するとプラズマは原料供給を開始した当初、その粉体が突入する尾炎部が乱され、半径方向にゆがみが生じ、わずかにSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>製のプラズマ緩衝用チューブ8に触れたが、その後プラズマの乱れは解消されトーチ部を破損することなしに安定して粉体の球状、微細化実験を維持することができた。

プラズマ緩衝用チューブ8を内蔵しないトーチを用いて、比較実験を2回行なったが、1回目は粉体原料導入直後、2回目は定常運転に入ってから2時間後、粉体供給系の閉塞が原因でプラズマがやや乱れて、アウターチューブに微小クラックが発生し、その後進展して実験不能となった。

#### 〔実施例2〕

実施例1と同様の方法でプラズマを発生させた後、ガス状原料導入部1よりSiC<sub>3</sub>をArガ

ズマ緩衝用チューブ材である。生成物の純度を低下させないという点からは、生成物と同材質のプラズマ緩衝用チューブを選ぶ方法が得策となり、上記熱的特性に起因する破損確率と生成物純度の兼ね合いから、材質を選定すべきである。

また、従来の方式では、アウターチューブのプラズマによる破損を防止するため、プラズマガスの約5~10倍の冷却ガスを流す必要があったが、本発明を用いればこのプラズマガスの量を節約することができる。

本発明の他の実施例としては、円筒状のプラズマ緩衝用材を嵌合する代りに、膜として付着させる方法及び、粉体状のものを塗布する方法がある。材質としては、2,000~3,000℃で昇華する物質が適切で、BN, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiCが挙げられる。この場合、施工が簡単であり、また、プラズマの熱により緩衝材が破損を受けた場合でも、修復が容易であるという特徴が上げられる。

また、第1図では、アウターチューブを冷却水

スをキャリアガスとして導入し、また、原料下部導入部よりNH<sub>3</sub>ガスを流し込んで、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>合成実験を行なったが、トーチの破損なしに、累計約50時間の実験を継続できた。

プラズマ緩衝用チューブを用いれば、長時間安定して、プラズマ発生を継続できるのは、プラズマがたとえ壁面に当たったとしても、その熱が緩衝用チューブの昇華（或いは分解）に費やされ、アウターチューブには、ほとんど熱衝撃現象が生じないからである。

昇華による熱吸収が効率よく行なわれ、プラズマの熱がアウターチューブに伝わらないためには、昇華潜熱の大きい材料であること、プラズマの温度で昇華できるような昇華温度を持つ材料で、しかも、熱伝導率の小さいものが適切である。

BN, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC等のセラミックスは耐熱性があり、しかも昇華（分解）温度が1,900~3,000℃で、いずれもプラズマの接触が生じた場合、昇華が期待できる温度であるが、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>が最も熱伝導率が低く、最適なプラ

ズマ緩衝用チューブ材である。生成物の純度を低下させないという点からは、生成物と同材質のプラズマ緩衝用チューブを選ぶ方法が得策となり、上記熱的特性に起因する破損確率と生成物純度の兼ね合いから、材質を選定すべきである。

また、従来の方式では、アウターチューブのプラズマによる破損を防止するため、プラズマガスの約5~10倍の冷却ガスを流す必要があったが、本発明を用いればこのプラズマガスの量を節約することができる。

本発明の他の実施例としては、円筒状のプラズマ緩衝用材を嵌合する代りに、膜として付着させる方法及び、粉体状のものを塗布する方法がある。材質としては、2,000~3,000℃で昇華する物質が適切で、BN, AlN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiCが挙げられる。この場合、施工が簡単であり、また、プラズマの熱により緩衝材が破損を受けた場合でも、修復が容易であるという特徴が上げられる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、プラズマを囲む部材のプラズマ側に熱吸収材により構成される膜を設けることによりプラズマが該膜に触れてもプラズマの熱は該膜によって吸収されプラズマを囲む部材に熱衝撃は伝達されないでプラズマを囲む部材がプラズマの熱衝撃で破損されないという優れた効果がある。

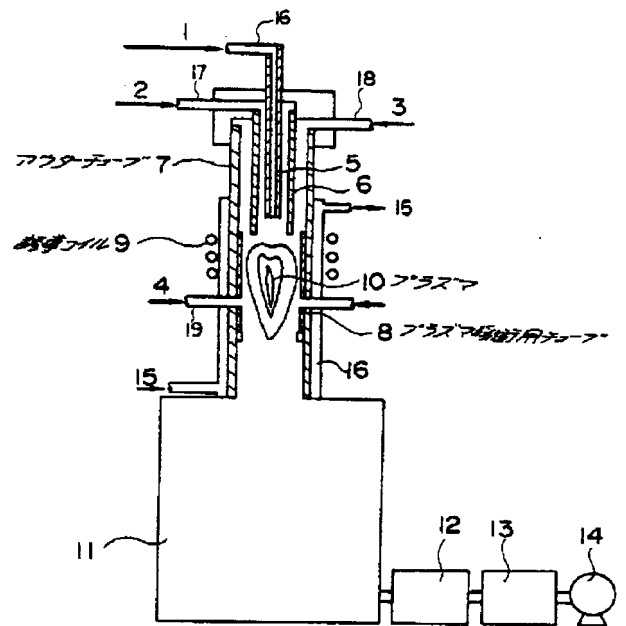
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示す断面図、第2図は従来のトーチの断面図、第3図は従来のトーチの応用例を示す断面図を示す。

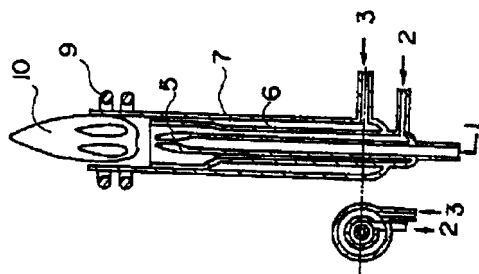
- 7…アウターチューブ、
- 8…プラズマ緩衝用チューブ、
- 9…誘導コイル、
- 10…プラズマ。

代理人 橋 沼 展 之

第1図



第2図



第3図

